Lane Medical Library

Die Veränderungen des Kindes bei der Geburt,

dargestellt nach der Cellularphysiologie.

INAUGURAL-DISSERTATION,

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

VORGELEGT DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

UND ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

am 29. April 1870

VON

Florian Beely

aus Posen.

OPPONENTEN:

H. Bleich, Dr. med.
R. Schirach, Dr. med.
J. C. Ziegel, Dr. med.

BERLIN.

BUCHDRUCKEREI VON GUSTAV LANGE (OTTO LANGE).

Seit den frühesten Zeiten hat die Geburt das Interesse der Aerzte in hohem Grade in Anspruch genommen, und die sorgfältigsten Beobachtungen haben, was die mechanischen Vorgänge bei derselben anbetrifft, diesen Theil der medicinischen Wissenschaft auf eine Höhe der Vollkommenheit gebracht, deren sich kaum ein anderer rühmen darf. Um so mehr Schwierigkeiten bereitete aber die Erklärung der anatomischen und physiologischen Veränderungen, welche in dem durch die Geburt selbstständig werdenden kindlichen Organismus vor sich gehen und denselben befähigen, in verhältnissmässig kurzer Zeit neue, zur Fortdauer seines Lebens unumgänglich nothwendige Organe in Thätigkeit zu versetzen, sich den gänzlich veränderten Bedingungen der Aussenwelt anzupassen.

„Man deducirte nach den jedesmaligen Vorstellungen von dem Organismus und den in ihm thätigen Kräften, insbesondere nach den Kenntnissen, die man von den anatomischen Grundlagen des Foetallebens sich erwarb, sodann hauptsächlich nach den jeweiligen Theorien über die Respiration und deren Zweck.“ Bedenkt man aber, dass noch zu Anfang dieses Jahrhunderts die Auffassung, „die Frucht athme das Schafwasser wie der Geborne die atmosphärische Luft“, nicht wenig verbreitet war, dass erst vor kaum dreissig Jahren die Möglichkeit einer Athmung des foetalen Organismus aus dem Blute der Mutter über alle Zweifel

erhoben wurde, nachdem durch die Versuche von Enschutt, Bischoff und insbesondere von Magnus die Gegenwart freier aufgelöster Gase im Blute zur Evidenz gebracht, der relative Reichthum des arteriellen Blutes an Sauerstoffgas nachgewiesen war, und ein Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure zwischen dem Uterin- und foetalen Blute sich nunmehr nach physikalischen Gesetzen erklären liess, so kann man sich nicht wundern, wenn noch bis vor wenig Jahren die Anatomie der Physiologie weit voraus war und einer Reihe anatomischer Thatsachen eine ebenso grosse Anzahl unbeantworteter Fragen entsprach.

So war eine wichtige Veränderung, welche das Gefässsystem des Kindes nach der Geburt erleidet, die Volumzunahme des linken Herzens, schon lange Zeit beobachtet, hatte aber noch keine genügende Erklärung gefunden, da man nicht zu unterscheiden wusste zwischen dem nutritiven und secretorischen Circulationsapparat, da man die speciellen physiologischen Reize der besonderen Muskulatur des linken Ventrikels noch nicht kannte.

Die Placenta, dasjenige Organ, welches vor der Geburt die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, sowie die Aufnahme von Nahrungsstoffen vermittelt, hatte sich unter dem Messer des Anatomen und auf dem Tisch des Mikroskops als völlig nervenlos erwiesen, denn selbst die von Schott und Valentin in der Nabelschnur beschriebenen und von Kölliker 3—4″ weit vom Nabel verfolgten Nervenzweige bestreitet Virchow, indem es ihm nie gelungen ist, im Nabelstrange Nerven, nicht einmal in ihrer embryonalen Form zu entdecken. Und doch sah man, dass dagegen diejenigen Apparate, in denen post par-

tum jene für das Fortbestehen des Organismus so wichtigen Vorgänge stattfinden, einen grossen Reichthum an Nerven zeigen.

Weshalb, so musste man sich fragen, sind bei jenen Veränderungen des Blutes in dem einen Falle Nerven mitbetheiligt, in dem andern Falle nicht? Wenn aber Nervenbahnen betheiligt sind, welcher Art ist ihre Einwirkung? Leiten sie einen Reiz zu jenen Orten, wo das Blut verändert wird, oder werden sie durch die Veränderung des Blutes selbst gereizt, um andere Organe zu einer Thätigkeit zu veranlassen?

Auf alle diese Fragen eine genügende Antwort gegeben zu haben, ist das Verdienst der Cellularphysiologie, welche, von gröberen anatomischen Thatsachen ausgehend, der Betrachtung der einzelnen Formelemente sich zuwandte und indem sie sich gegenüber der mechanischen und chemischen Richtung auf den Boden des cellularen Princips stellte, eine Reihe älterer Anschauungen als unhaltbar nachwies und selbst die Lehre vom Kreislauf total umgestaltete. Dafür gab sie uns aber in dem Diesterweg'schen Kreislauf und den Grundsätzen, die sie zum Ausgangspunkt ihrer Forschung machte, ein Mittel in die Hand, die „Cardinalfrage aller Physiologie und Pathologie", von welchen Theilen des Körpers geht eigentlich die Action aus, welche sind thätig, welche sind leidend, die zu allen Zeiten besondere Schwierigkeiten gemacht, ihrer Lösung näher zu bringen, „die Histologie mit der Physiologie und Pathologie (Virchow, Cellularpathologie) in eine unauflösliche Verbindung zu setzen und vor Allem die Anerkennung zu erlangen, dass die Zelle wirklich das letzte Formele-

ment aller lebendigen Erscheinungen sei, und dass wir die eigentliche Action nicht über die Zelle hinausverlegen dürfen."

Es kann selbstverständlich nicht davon die Rede sein, in dieser Abhandlung Ergebnisse eigener Forschung niederlegen zu wollen, dieselbe soll nur eine Schilderung der bei der Geburt im kindlichen Organismus eintretenden Veränderungen und Erklärung derselben nach den Grundsätzen, welche Diesterweg in seinem „Entwurf einer Cellularphysiologie" aufgestellt hat, enthalten.

Bevor wir jedoch näher auf unser Thema eingehen, sei es gestattet, uns einige allgemeine Sätze der Zellentheorie zu vergegenwärtigen.

Jedes thierische Wesen bildet eine Einheit, die aus vielen Millionen Zellen zusammengesetzt ist; das Characteristicum des Lebens der einzelnen Theile des Organismus finden wir „in der Thätigkeit, und zwar einer Thätigkeit, zu der jeder einzelne Theil je nach seiner Eigenthümlichkeit etwas Besonderes beiträgt, innerhalb deren er aber auch immer etwas besitzen muss, welches mit dem Leben der übrigen Theile übereinstimmt." Ausser dieser Thätigkeit der einzelnen Theile ist aber zum Fortbestehen des Lebens ein gleichmässiges Zusammenwirken der den Organismus bildenden Zellen nothwendig, ein solches ist jedoch nur denkbar, wenn die einzelnen Vorgänge, welche durch die gegenseitige Einwirkung der Formelemente oder durch die Einwirkung der Aussenwelt erzeugt werden, in einem gewissen Abhängigkeitsverhältniss sich befinden und sich gegenseitig wie Ursache und Wirkung, Wirkung und Ursache bedingen.

Die richtige Würdigung dieses gegenseitigen Abhän-

gigkeitsverhältnisses und hauptsächlich die consequente Scheidung zwischen nutritiver und functioneller Thätigkeit der Zelle, wie sie durch die Cellularphysiologie angebahnt und theilweise schon durchgeführt ist, hat viel dazu beigetragen, die Veränderungen, welche in dem harmonischen Zusammenwirken der einzelnen lebenden Theile durch die Geburt und die neu hinzutretenden Verhältnisse der Aussenwelt vor sich gehen, zu verstehen und richtig zu deuten.

Betrachten wir nun zuerst die Verhältnisse, wie sie sich uns im ausgebildeten Foetus darbieten, so genügt ein kleiner Ueberblick, um zu zeigen, wie ungleich einfacher und leichter sich die Lebensvorgänge vor der Geburt erklären lassen.

Indem die Placenta nicht nur der Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe vorsteht, sondern auch der Ort ist, wo das Blut des Foetus Nahrungsmittel erhält, können wir die grosse Menge zelliger Elemente, welche bei der Athmung und der Verdauung thätig sind, eliminiren, wir können die Lungen, die Drüsen des Verdauungsapparates und auch die Haut, da sie nicht functioniren, aus dem engeren Kreis unserer Betrachtung vorläufig entfernen.

Was die Nierenthätigkeit anbetrifft, so hat man früher angenommen, dass während des Foetallebens Harn abgeschieden wird, anfangs durch die Wolf'schen Körper, später durch die Nieren. Auch unterliegt es nach den Beobachtungen von Wöhler, Prout, Virchow, Martin, Schwartz etc. keinem Zweifel, dass unter Umständen eine Bildung von Harnsäure und Harnstoff im fötalen Organismus vor sich geht. Die Mehrzahl der gebildeten Endprodukte der Eiweisskörper geht indessen, ohne eine weitere Oxy-

dation zu Harnsäure und Harnstoff zu erleiden, durch Diffusion in der Placenta aus dem fötalen Blut in das Mutterblut über, um in den mütterlichen Nieren ausgeschieden und zu Harnstoff verbrannt zu werden. Wenngleich geringe Mengen von Harnsäure und Harnstoff in den fötalen Geweben gebildet werden mögen, so findet doch in den Nieren keine Umwandlung der Endprodukte in Harnstoff statt; wir haben, um mit der Cellularphysiologie zu reden, keine functionelle Restitution der die Nierencapillaren passirenden Blutzellen, weil die Glomeruli noch nicht durchgängig sind.

Da der kindliche Organismus bereits in der Placenta ein Stromgebiet besitzt, durch welches er die in Folge seines Stoffwechsels gebildeten Produkte abführen kann, so wäre es doch eine unbegreifliche Erscheinung, eine Luxusthätigkeit, wenn ausserdem noch eine so bedeutende Anzahl zelliger Elemente (die der Wolf'schen Körper oder der Nieren) in Thätigkeit wären, um mit Aufwand einer grossen Arbeitskraft die Endprodukte in Harnstoff umzusetzen. Zwar könnte der Umstand, dass man Ausdehnungen der fötalen Urinwege, selbst Berstung der Harnblase nach Obliteration der Urethra (Betschler Dissert. num a foetu urina etc. Berolin. 1820), Cystenentartung der Nieren in Folge Verstopfung der Harnkanälchen durch Harnsäureinfarct (Virchow, Verhandl. d. Gesellsch. f. Geb. in Berlin 1847. II. 170) beobachtet, endlich wiederholt im Fruchtwasser Harnstoff gefunden hat (Wöhler[1]), Colberg[2]), den Verdacht einer fötalen

---

[1]) Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 68. p. 98.
[2]) Wagner's Hdwtb. d. Phys. III. 1. 93.

Nierenthätigkeit erwecken, allein die erstgenannten Fälle machen die Annahme einer pathologisch eingetretenen Urinsecretion wahrscheinlich, und der Nachweis von Harnstoff im Liquor Amnii kann schon deshalb nicht beweisend sein, „weil das analysirte Fruchtwasser erst unter der weit vorgeschrittenen Geburt mittelst Abbinden der aus der Schamspalte hervorgetretenen Eiblase gewonnen wurde“ (vergl. Schwartz, die vorzeitigen Athembewegungen. Leipzig, 1858 p. 55), das Eintreten der Nierenthätigkeit und Harnlassen des Fötus unter der Geburt aber als eine sehr häufige Erscheinung erachtet werden muss, die vorzugsweise durch den Einfluss bedingt ist, welchen die aus beeinträchtigtem Placentarverkehr erwachsene Anhäufung der Endprodukte der Albuminate im Blut auf die Nierenepithelien ausübt. Fügen wir noch hinzu, dass Mack und Scheerer (Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie I. 88.), sowie Colberg die Gegenwart von Harnstoff im Fruchtwasser nicht in allen Fällen nachzuweisen im Stande waren, so fällt damit die eventuelle Vorstellung, dass von Zeit zu Zeit eine Entleerung der Harnblase stattfinde. Da man ferner nicht annehmen kann, dass die fötale Blase für die ganze während des Uterinallebens secernirte Harnmenge genügen könne, eine Nierenthätigkeit vor der Geburt also nicht vorhanden ist, so sind wir vollkommen berechtigt, die Nierenepithelien als im Zustand nutritiver Reizung befindlich zu betrachten und brauchen auf sie ebenso wenig Rücksicht zu nehmen, wie auf die später bei der Athmung, der Verdauung, der Hautfunction thätigen Elemente.

Wenn wir nun die fötalen Circulationsverhältnisse, die gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen For-

men cellularer Thätigkeit, das Ineinandergreifen der einzelnen Erscheinungen schildern wollen, so werden wir, da der Körper aus den verschiedenartigsten Geweben, Muskel-Nerven-Bindegewebe etc. zusammengesetzt ist, hier wesentlich auf diejenige Gewebsform unser Augenmerk richten müssen, welche den grössten Stoffwechsel besitzt; denn es ist klar, dass, sobald das fötale Herz, durch dessen Thätigkeit das Blut in die verschiedenen Theile des Körpers getrieben wird, dem am meisten nahrungsbedürftigen Gewebe Blut in genügender Menge zuführt, die andern Gewebsformen nicht nur keinen Mangel, sondern Ueberfluss an solchen Stoffen, deren sie zu ihrer Existenz bedürfen, besitzen werden.

Unterwerfen wir nun von diesem Gesichtspunkte aus die verschiedenen Formtheile des Organismus einer Prüfung, so ist es unbestreitbar das Muskelgewebe, welches durch seinen Gefässreichthum die Zahl der vorhandenen Elemente, sowie durch die Grösse seiner Leistungen vor allen andern den ersten Platz behauptet.

Wie unbedeutend erscheint das Ernährungsbedürfniss des Bindegewebsgerüstes, des Nervensystems gegenüber dem massenhaften Verbrauch des Muskelgewebes.

Schon die tägliche Erfahrung zeigt es, und wissenschaftliche Beobachtungen haben es bestätigt, dass die Intensität der Athembewegungen, der Herzactionen in der Weise vom Muskelgewebe abhängig ist, dass die geringste Schwankung im Muskelstoffwechsel, wie wir sie bei Körperbewegungen etc. wahrnehmen, gleiche Schwankungen in der Thätigkeit jener für den Organismus arbeitenden Organe zur Folge haben.

Abgesehen von der wichtigen Rolle, welche das

Muskelgewebe durch seine Contractionsfähigkeit für den sich bewegenden Thierkörper spielt, ist es auch dasjenige Gewebe, welches durch seine Wärmeproduction die Existenz des Organismus möglich macht. Es ist bekannt, dass die Temperaturgrenzen, innerhalb deren die Thiere und hauptsächlich die Homoiothermen leben können, ziemlich eng gezogen sind. Der Stoffwechsel im Bindesubstanzgerüst etc., also die Wärmeproduction ist aber so unbedeutend, dass, wäre der thierische Körper zur Aufrechterhaltung seiner Eigenwärme auf jene minimalen cellularen Vorgänge angewiesen, er durch den Einfluss der Aussenwelt rasch unter jene Temperaturgrenze herabsinken würde, bei der seine Erhaltung möglich ist. Nur der andauernd sehr hohe Muskelstoffwechsel befähigt ihn, die gewöhnliche Eigenwärme inne zu halten und sich unabhängig zu machen von den äusseren Witterungsverhältnissen, von Klima, Jahreszeit, Zone.

Diese Thatsachen beweisen hinreichend, welche einflussreiche Stellung die Muskulatur und ihre Formelemente gegenüber den andern Gewebsformen im Organismus einnehmen, wir können also von den übrigen Geweben des Körpers absehen, und es wird genügen, die Thätigkeit der Muskelzellen und ihre verschiedenen Reizzustände zu berücksichtigen.

Nachdem wir auf diese Weise die Muskelzelle als Repräsentantin der sog. stationären, an Ort und Stelle haftenden Formelemente hingestellt haben, wollen wir einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit der zweiten grossen Gruppe zelliger Elemente, den Wanderzellen und ihrer Bestimmung im Haushalte des Organismus zuwenden.

Die Wanderzellen mit ihrer Intercellularsubstanz

haben die Aufgabe, aus der Aussenwelt Sauerstoff und Nahrungsmittel aufzunehmen, diese Stoffe den an ihrem Standort haftenden „stationären“ Elementen zuzuführen, um sie hier gegen solche Producte specifischer cellularer Thätigkeit, die für den Stoffwechsel nicht mehr benutzbar nach aussen hin abgeführt werden müssen, umzutauschen.

Sollen aber die Blutzellen dieser ihrer Bestimmung genügen können, so ist es nothwendig, da jedes einzelne Formelement seine Leistungen nur bis zu einem gewissen Grade steigern kann, eine bestimmte Anzahl Elemente mit einer gewissen Schnelligkeit das Röhrensystem, welches die Gewebe durchzieht, passiren zu lassen, weil sonst die Thätigkeit der Organe, die das gelieferte Material zum Nutzen des Organismus verarbeiten, sinken würde.

Dass dieses wirklich der Fall sei, d. h., dass die Verminderung der Zahl der Wanderelemente eine Herabsetzung des Muskelstoffwechsels zur Folge habe, zeigt die Erniedrigung der Eigenwärme, wie man sie nach starken plötzlichen Blutverlusten beobachtet, und die so constant ist, dass man ihr Eintreten im Verlauf eines Typhus, bei Geburten, nach schweren Verletzungen etc. als wichtiges Criterium zur Feststellung der Diagnose einer inneren Blutung benutzen zu dürfen glaubt.

Und ist der Verlust an Wanderelementen so gross gewesen, dass die übrig bleibenden trotz der aufs Aeusserste angespannten Leistungsfähigkeit nicht im Stande sind, die Leistung der verloren gegangenen zu ersetzen und den Anforderungen der übrigen zelligen Elemente des Organismus zu entsprechen, so steht die Fortdauer des Lebens in Frage, da die nothwendigste

Bedingung zur Existenz des Thieres, die Aufrechterhaltung einer bestimmten Körpertemperatur, nicht mehr erfüllt werden kann.

Aus dieser Bestimmung der Blutzellen (Zufuhr neuer, Abfuhr verbrauchter Stoffe) geht hervor, dass der Organismus in ihrer cellularen Veränderung, sowohl in ihrer functionellen Thätigkeit in den Geweben, als in ihrer functionellen Restitution ein genaues Maass für den Bedarf und den Verbrauch von Stoffen besitzt, dass also keine andern zelligen Elemente in so hohem Grade geeignet sind, die Thätigkeit der Circulations-, Resorptions- und Secretions-Apparate zu bestimmen. (Cellularphysiologie I. 9.)

Wären alle Theile des Organismus in Beziehung auf den Stoffwechsel gleichwerthig, d. h. wären die Veränderungen, welche die Wanderzellen erleiden, in jedem Augenblick und in allen Theilen des Körpers dieselben, so besässe das Herz in dem Blute, welches die Coronararterien passirt und die zelligen Elemente des Herzens ernährt, ein genaues Maass für das Bedürfniss des übrigen Körpers und hätte eine Regulirung seiner Thätigkeit nicht nothwendig. (Cellularphysiologie § 22. 61.) Und man hat in der That die Beschaffenheit des Coronararterien-Blutes in Bezug auf seinen Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt benutzt, um Reize für die Thätigkeit des Herzens aufzustellen, indem man behauptete:

„Die im Blute gelöste Kohlensäure ist der natürliche Erreger der Nervencentra der rhythmischen Herzbewegungen, sowohl des in der Medulla oblongata als des im Herzen selbst gelegenen Centrums. Der Sauer-

stoff dagegen ist nothwendig zur Unterhaltung der Erregbarkeit der genannten Centra.“*)

Wie wenig haltbar jedoch diese Theorie ist, welche die Herzthätigkeit als Resultat der Beschaffenheit des Coronararterien- oder des in der Medulla oblongata circulirenden Blutes darstellen will, lässt sich leicht darthun.

Da dasjenige Gewebe, welches das maassgebende für den Stoffwechsel ist, das Muskelgewebe, seine Leistung verändert, sei es, dass es je nach der Aenderung der Umgebung seine Wärmeproduction steigert oder vermindert, sei es, dass es durch den Willen zu abwechselnden Contractionen veranlasst wird, so bedarf es einer bald geringeren, bald grösseren Anzahl Blutzellen, und es muss daher der Circulationsapparat in der Lage sein, proportional den Schwankungen des Muskelstoffwechsels zu arbeiten. Es muss sich daher der physiologische Reiz desselben nach den Schwankungen des Muskelstoffwechsels richten und aus diesem Grunde können wir nicht die Beschaffenheit des Blutes der Coronararterien als Ursache dieses Reizes anerkennen. Denn das Blut, welches in die Ve-

*) Anmerk. Allerdings hat unter Umständen auch das Blut der Coronararterien Einfluss auf die Herzbewegungen. Reizt man nämlich die zum Herzen gehenden Fäden des Sympathicus, so contrahiren sich die organischen Muskelfasern der Herzgefässe und verengern das Lumen derselben, es kann nur eine ungenügende Zufuhr von arteriellem Blut stattfinden; in Folge dessen wächst der Reiz, den die zu erhöhter functioneller Thätigkeit veranlassten Blutzellen auf die Endigungen der sensibeln Muskelnerven ausüben, (indem die Reizung der sensibeln Muskelnerven ja proportional ist der Veränderung, welche die Blutzellen und ihre Territorien erfahren) und der daneben ungeschwächt wirkende erregende Strom der Herzvagi wird eine vermehrte Anzahl von Zuckungen auslösen.

nen der Musculatur gelangt, besitzt dort zwar noch ein genaues Maass für die Höhe des Muskelstoffwechsels, indem ja der Verlust an Sauerstoff, den die zelligon Elemente erlitten, und die Zunahme an Kohlensäure, welche in das Territorium derselben eingetreten ist, proportional ist der Thätigkeit des Muskelgewebes, aber dieses genaue Maass für die Höhe des Muskelstoffwechsels geht, ehe ein Bruchtheil des so veränderten Blutes zum Herzen und in die Coronararterien kommt, längst verloren, sowohl vor der Geburt als nachher.

Vor der Geburt vermischt sich das venöse Blut, ehe es zu den Herzganglien gelangt, im rechten Vorhof und der Cava inferior mit dem Blut der Umbilicalvenen.

Dieses hat aber in der Placenta eine vollständige functionelle Restitution seiner Elemente erlitten, es hat Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure etc. abgegeben.

Das gemischte Blut der beiden Cavae und Umbilicalvenen, von dem ein Bruchtheil zu den Coronararterien gelangt, hat also weder in seinem Sauerstoff-, noch in seinem Kohlensäure-Gehalt ein Maass des Muskelstoffwechsels, seine Beschaffenheit kann also nicht als physiologischer Reiz des fötalen Circulationsapparates angesehen werden.

Die nach der Geburt eintretenden Verhältnisse beweisen in noch eclatanterer Weise die Unhaltbarkeit dieser Anschauung.

Die Coronararterien entspringen bekanntlich aus der Aorta, und das Blut, welches nach der Geburt zu den Coronararterien und zu den Ganglien des Herzens gelangt, hat ja bereits beim Passiren der Lungenca-

pillaren eine vollständige functionelle Restitution erlitten und weder die Ganglien des Herzens, noch die Ganglien des in der Medulla oblongata angenommenen Vaguscentrums, von wo aus das frühere Hemmungsnervensystem seinen Ursprung nehmen sollte, werden von einem Blute ernährt, welches in seinen zelligen Elementen dss Maass des Stoffwechsels besitzt.*)

Die Experimente, auf welchen man fusste (Cellularphysiologie I. 18), können nicht als beweiskräftig angesehen werden.

Man hatte bei künstlich eingeleiteter Respiration mit Sauerstoff nach durchschnittenen Vagis Stillstand des Herzens in der Diastole beobachtet und hatte dieses Factum als eine der „wichtigsten Stützen" dafür erklären zu können geglaubt, dass der Sauerstoff der Erregbarkeitssteigerer der Nervencentra sei.

In einem ganz anderen Lichte erscheint jedoch diese Thatsache, nach den Grundsätzen der Cellularphysiologie betrachtet.

Durch die künstliche Respiration hatte man unter hohem Druck freien Sauerstoff, der unter gewöhnlichen Verhältnissen nur chemisch gebunden im Blute sich vorfindet, in das Blut eingepresst, und da das Aus-

*) Anmerk. Noch einen andern Beweis für die Unhaltbarkeit dieser Lehre hat die Cellularphysiologie beigebracht, indem sie zeigte, dass in dem Herzen zwei von einander gänzlich unabhängige Circulationsapparate vorhanden sind (erstens die gemeinsame Musculatur beider Ventrikel, der nutritive, zweitens die besondere Musculatur des linken Ventrikels, der secretorische Circulationsapparat) von denen der zweite vor der Geburt stille steht, während der erste in Thätigkeit ist. Da nun beide ihr Blut aus den Coronararterien beziehen, so ergibt sich die Unmöglichkeit, in dem Sauerstoff- oder Kohlensäuregehalt des Coronararterienblutes die physiologischen Reize der rythmischen Herzbewegungen aufstellen zu können.

treten des Sauerstoffs von der Blutzelle an die Muskelzelle und das Eintreten der Kohlensäure in die Blutzelle den sensibeln Muskelnerven reizt, das Muskelgewebe aber, wenn es freien Sauerstoff im Blute findet, zuerst diesen verzehrt und erst in zweiter Linie der an den Blutkörperchen haftende Sauerstoff am Stoffwechsel Theil nimmt, so war durch die künstliche Respiration, da das Blut nach dem Henri Dalton'schen Gesetz viel freien Sauerstoff enthielt, der physiologische Reiz der sensibeln Muskelnerven unterdrückt worden. Die Wirkung der sensibeln Muskelnerven der Körpermuskulatur ist allerdings schon durch die Trennung der Vagi abgeschnitten; da aber das Herz wie jeder andere Muskel auch seine sensibeln Muskelnerven hat, welche nach der Entfernung des gewöhnlichen physiologischen Reizes auf der Bahn der Vagi, die längere oder kürzere Fortdauer der rhythmischen Herzbewegungen veranlassen, so musste nach dem Aufhören der functionellen Thätigkeit der Blutkörperchen und dem Fortfall des consecutiven (Cellularphysiologie § 15) Reizes der sensibeln Muskelnerven des Herzens die Herzaction stille stehen.

Kehren wir nach diesen Abschweifungen, die uns allerdings veranlasst haben, Manches zu anticipiren, zum fötalen Kreislauf zurück.

Wie wir gesehen haben, kann also die Herzaction nicht durch das Blut direct dem Bedürfniss des Körpers angepasst werden. Da man an eine automatische Action des Herzens, d. h. an eine Selbsterregung der Ganglien nicht wohl denken kann und die Anschauung hat fallen lassen, dass in gewissen Centren aus uns unbekannten Gründen eine fortdauernde oder rhythmische Erregung entstehe, so bleibt nur ein dritter

Weg übrig, auf dem wir die Action des Herzens erklären können. Vergegenwärtigen wir uns, dass eine Reihe zelliger Elemente, welche später in den verschiedensten Organen arbeiten, Nierenepithelien etc., vor der Geburt nur nutritiv thätig sind, dass selbst die weit verbreitete Körpermuskulatur, da sie weder nöthig hat, ihren Stoffwechsel, ihre Wärmeerzeugung den Verhältnissen der Aussenwelt anzupassen, noch ihre Contractionsfähigkeit dem Willen zur Verfügung zu stellen, ebenfalls nur nutritiv thätig ist, so haben wir vor der Geburt nur die Elemente des Blutes und die Muskelzellen des nutritiven Circulationsapparates mit ihren Ganglien und Nervenverbindungen in functioneller Thätigkeit.

Die Beziehungen aufzufinden, welche zwischen beiden bestehen, wird also unsere nächste Aufgabe sein, denn da (vergl. Schmidtborn: „Ueber die Regulirung der Circulationsapparate nach Amputationen") „zu dem harmonischen Zusammenwirken der einzelnen Organe jedes höher organisirte zellige Element mehr oder weniger beiträgt, je nach seiner Individualität und seinen bestimmten Eigenschaften in ganz verschiedener Weise, so kann ein solches Zusammenwirken nur dadurch zu Stande kommen, dass alle Lebensvorgänge im Stoffwechsel, alle zelligen Veränderungen in einem mehr oder weniger grossen Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen und sich gegenseitig bedingen."

Haben wir es also in den ersten Zeiten der Entwicklung im Wesentlichen nur mit zwei functionell thätigen Zellenformen zu thun, so müssen ihre zelligen Veränderungen unmittelbar von einander abhängen und in solcher Beziehung stehen, dass die functionelle

Thätigkeit beider sich wie Ursache und Wirkung bedingt.

Da, wie oben bewiesen, das Muskelgewebe am ernährungsbedürftigsten ist, so giebt die functionelle Thätigkeit der Blutzellen, welche diese beim Passiren der Muskeln entfalten, den besten Maassstab für die Höhe des Stoffwechsels überhaupt, das Muskelgewebe wird also der günstigste Ort sein, um von hier aus die Herzthätigkeit dem Bedürfniss des Körpers anzupassen.

Und so sehen wir in der That aus dem Muskelgewebe Nervenröhren (sensible Muskelnerven) abgehen, deren Endigungen durch die functionelle Thätigkeit der Blutzellen, d. h. durch die Veränderungen, welche die zelligen Elemente beim Passiren der Muskulatur erleiden, gereizt werden.

Die Summe sensibler Muskelnerven, deren Erregung also proportional dem Ernährungsbedürfniss des Körpers ist, setzt sich zu den Erregungsnerven des Herzens zusammen. Sie kommen zu den Herzganglien und zwingen das Herz, d. h. den nutritiven Circulationsapparat, seine functionelle Thätigkeit den peripherischen Veränderungen der Wanderelemente des Blutes anzupassen. Es verlaufen diese aus den sensibeln Muskelnerven sich zusammensetzenden Erregungsnerven auf der Bahn der Vagi. Sie bilden das sogenannte Hemmungsnervensystem des Herzens.

Die Cellularphysiologie hat hiermit nicht nur den Ursprung dieses Hemmungsnervensystems, den man früher im Vaguscentrum der Medulla oblongata vermuthete, nachgewiesen und dadurch eine neue und vielleicht die beste Stütze für die bereits von Schiff

und Moleschott verfochtene Idee, dass die Vagi die Erregungsnerven des Herzens seien, beigebracht, sondern sie hat zugleich die Anschauung widerlegt, als verliefen im Sympathicus die Erregungsnerven des Herzens. (Wie unter gewissen Umständen doch vom Sympathicus aus eine Erregung der Herzganglien stattfinden könne, wurde oben erwähnt.)

So einfach gestalten sich die Lebensvorgänge vor der Geburt. Wollen wir nun die bei und nach derselben im kindlichen Organismus vor sich gehenden Veränderungen schildern, so haben wir einmal zu ermitteln, wie verhalten sich die schon vor der Geburt functionell thätigen Elemente, zweitens, welche neuen Formen cellularer Thätigkeit treten auf, drittens, in welcher Weise setzen sich die neu auftretenden Formen mit den beiden älteren in Verbindung.

Sobald das Kind das Fruchtwasser verlassen hat, beginnt durch die einfache Berührung mit der Aussenwelt ein Vorgang, der, wie wir sehen werden, von höchster Wichtigkeit für das Fortbestehen des Organismus ist.

Das Kind befindet sich im Mutterleibe in einem tropfbar-flüssigen Medium, welches einerseits selbst nahezu die Eigenwärme des kindlichen Organismus besitzt, andrerseits jede Wärmeentziehung durch Verdunstung verhindert. Plötzlich tritt es in eine Umgebung, welche nicht nur eine bedeutend niedrigere Temperatur hat, sondern auch so wenig mit Wasserdampf gesättigt ist, dass sie dem Organismus in jedem Augenblick eine grosse Menge Wasser und die durch die Verdunstung latent werdende Wärme entzieht. Man begreift also leicht, dass, wenn der kindliche

Stoffwechsel auf seiner fötalen Höhe bliebe, die Abkühlung des Organismus rasch an diejenige Grenze der Eigenwärme gelangen würde, unter der eine Fortexistenz nicht mehr möglich wäre.

Da der lebhafteste Stoffwechsel im Muskelgewebe stattfindet, in demselben also auch die meiste Wärme producirt wird und umgekehrt eine grössere Wärmeentziehung auch eine Steigerung des Stoffwechsels zur Folge haben muss, wenn das Leben erhalten bleiben soll, so ist es erforderlich, dass die bisher nur nutritiv thätigen Muskelzellen des Organismus functionell thätig werden, d. h. ihren Stoffwechsel andauernd so steigern, dass die in der Zeiteinheit producirte Wärmemenge dem Wärmeverlust auf der Oberfläche proportional ist.

Um zu zeigen, dass mit dem Eintritt der Geburt sofort eine enorme Steigerung des Muskelstoffwechsels stattfindet, d. h. um zu zeigen, wie gross der Unterschied zwischen einer nutritiven und functionellen Reizung der Muskelelemente sein muss, genügt eine einfache Betrachtung.

Wir werden uns nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir die Menge der erzeugten Kohlensäure als Maassstab für den Muskelstoffwechsel gelten lassen, als Maassstab für die Kohlensäure ist es wohl erlaubt, die Blutmenge, die Menge zelliger Elemente zu betrachten, welche die Respirationscapillaren, d. h. vor der Geburt die Placenta, nach derselben die Lungen passirt: da letztere gleich ist der Anzahl Blutzellen, welche in derselben Zeit durch das Aortensystem gehen, so verhält sich also die nutritive Thätigkeit der Muskelzellen zur functionellen, wie das die Placenta in einer gewöhnlichen Zeiteinheit passirende Blut zu dem in

demselben Zeitraume die Aorta durchfliessenden, oder, will man den Querschnitt der Gefässe (vgl. Schmidtborn 25) als Maassstab gelten lassen, wie der Querschnitt der Umbilicalarterien zum Querschnitt der Aorta.

Soll nun die Muskelzelle aus dem Zustand der nutritiven Erregung einen so erheblichen Sprung bis in den der functionellen machen, so ist ein neuer Reiz nothwendig; da aber dem Muskelgewebe jede Reizung, die auf natürlichem Wege entsteht, nur aus einer Ganglienzelle zukommen kann, so müssen wir uns nach einem neuen Reiz umsehen, der auf die Ganglien der Körpermuskulatur wirkt.

Diesen neuen Reiz finden wir in der Veränderung des Blutes, die in der Haut durch die uumittelbare Berührung mit der Aussenwelt eintritt.

Der Wärme- und Wasserverlust, den die die Hautcapillaren passirenden Blutzellen erleiden und der sich nach der Beschaffenheit der Umgebung richtet, wirkt erregend auf die Endigungen der sensibeln Hautnerven und diese, mit den Ganglien der Muskelzellen in Verbindung stehend, veranlassen die Muskelzelle aus dem Zustand nutritiver Reizung in den der functionellen überzugehen, d. h. steigern den Muskelstoffwechsel so, dass die in der Zeiteinheit producirte Wärmemenge ausreichend ist, den Wärmeverlust zu decken und den Organismus auf diese Weise den Verhältnissen des Klimas, der Jahreszeit, der Zone (Cellularphysiologie § 27) anzupassen.

Während wir also vor der Geburt im kindlichen Organismus nur zwei Hauptformen functionell thätiger Elemente hatten: (die Vorgänge des Blutes in der Placenta stehen ausserhalb des Organismus) die Muskelelemente des nutritiven Circulationsapparates (mit

ihren Ganglien und Nervenverbindungen) und die Blutzellen, so gesellt sich nach der Geburt noch ein dritter Vorgang, eine neue Form cellularer Veränderung hinzu, die functionelle Restitution der Blutzellen in der Haut in Beziehung auf Temperatur- und Wassergehalt.

Während vor der Geburt nur zwei centripetale Nervenbahnen in functioneller Erregung waren, die Vagi, welche den veranlassenden Reiz zum Herzen leiten, und die sensibeln Muskelnerven des functionell thätigen Herzens selbst, tritt nach der Geburt die Erregung einer dritten centripetalen Nervenbahn hinzu, die der sensibeln Hautnerven.

Es bleibt uns also noch übrig zu untersuchen, in welcher Weise dieser neu hinzutretende Reiz auf die Herzaction wirkt.

Indem die Ganglien der Körpermuskulatur von einem neuen, mit grosser Intensität wirkenden Reize getroffen werden, wird der bisherige stationäre Zustand zwischen den Nervenzellen, den Muskelzellen und den passirenden Blutzellen, die „mittlere nutritive" Reizung (Cellularphysiologie II. 19.) insofern geändert, als die gegenseitige Einwirkung der drei Zellenformen auf einander viel lebhafter wird. Der die motorischen Nerven durchlaufende Strom, in Folge des eingetroffenen neuen Reizes erheblich gesteigert, versetzt die Muskelzelle in einen erhöhten Reizzustand, dadurch erleiden wieder die vorbei passirenden Blutzellen eine weit grössere Veränderung. Denn es ist klar, dass, wenn der Stoffwechsel jedes Muskelelementes um das Doppelte und darüber gestiegen ist, auch die Veränderungen, die in den vorbei passirenden Blutzellen vor sich gehen, vorausgesetzt, dass diese sich in gleicher

Anzahl und Schnelligkeit bewegen, proportional steigen müssen.

Diese Veränderung der Blutzellen ist der physiologische Reiz für die sensibeln Muskelnerven und in weiterer Reihe auch für die Herzvagi. Eine grössere Reizung der Vagi veranlasst aber in Folge der Widerstand vermehrenden Eigenschaft derselben eine geringere Anzahl von Contractionen, sowohl der Ventrikel wie der Vorhöfe, aber jede einzelne Contraction erfolgt mit um so grösserer Energie, so dass bald die Schnelligkeit des Blutstromes in der Aorta so gross ist, dass die functionell thätig gewordenen Muskelzellen entsprechend ihrem höhern Reizzustand eine grössere Menge Blutzellen in jedem Moment zur Verfügung haben, aus denen sie das zu ihrer Function nothwendige Brennmaterial beziehen könnnen.

So hat das Eintreten der Perspiration indirect eine Herabsetzung der Pulsfrequenz bei gesteigerter Leistung des Herzens zur Folge, zugleich aber sehen wir, dass es die Blutzellen sind, deren Veränderung in letzter Instanz die Herzaction der Höhe des Muskelstoffwechsels anpasst.

Der Uebergang der Körpermuskulatur in einen ganz veränderten Reizzustand kann aber nicht ohne Einfluss auf die übrigen Organe des kindlichen Körpers sein, und er ist in der That die Ursache, dass die beiden vor der Geburt unthätigen Circulationsapparate, der respiratorische und secretorische, ihre Thätigkeit entfalten.

Wenn das Kind geboren und die Perspiration eingetreten ist, so muss, selbst bei nicht unterbrochenem Placentarkreislauf, in Folge des so stark gesteigerten Muskelstoffwechsels, eine Kohlensäureanhäufung im

Blute eintreten. Die Anhäufung dieses Stoffes im Organismus bringt aber eine pathologische Störung in den gegenseitigen cellularen Beziehungen zwischen Muskelelementen, Nervenzellen und Blutzellen hervor.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen findet, während die Blutzelle mit der Muskelzelle auf ihrer Wanderung in Berührung tritt, ein gegenseitiger Austausch ihrer Stoffe statt und zwar in der Art, dass die Muskelzelle den chemisch an das Blutkörperchen gebundenen Sauerstoff an sich reisst und diesem dafür Kohlensäure abgiebt. Der Austritt des Sauerstoffs aus dem Blutkörperchen und das Eintreten der Kohlensäure in sein Territorium wirkt als specifischer Reiz auf die sensibeln Muskelnerven. Findet nun auf irgend eine Weise eine Vermehrung der Kohlensäure statt, so muss auch der auf die sensibeln Muskelnerven ausgeübte Reiz sich abnorm steigern und es wird dann die Kohlensäure ein pathologischer Reiz für alle diejenigen Organe, deren Thätigkeit durch den auf der Bahn der sensibeln Muskelnerven laufenden Strom beeinflusst werden kann.

Kehren wir nun zu den foetalen Verhältnissen zurück, so sind hier zwei Gruppen muskulöser Elemente noch keine Veränderungen eingegangen, erstens die Elemente des secretorischen Circulationsapparates (die besondere Muskulatur des linken Ventrikels), zweitens die des respiratorischen (Diaphragma etc.)

Alle Muskeln des Körpers befinden sich fortwährend in einem gewissen Zustand der Erregung (Cellularphysiologie I 14), einem Tonus, der auf reflectorischem Wege durch Reizung der sensibeln Muskelnerven der Ganglien und der motorischen Nerven aufrecht, und, wenn keine anderen Reize hinzukommen, in gewissen

Schranken gehalten wird. Eine Steigerung dieses Muskeltonus kann einmal bis zu einer gewissen Höhe gehen, ohne dass eine Formveränderung die Folge ist, zweitens kann sie eine vorübergehende Formveränderung, eine Zuckung hervorrufen, drittens kann sie eine tetanische Contraction bewirken.

Eine grössere Thätigkeit eines Muskels erhöht seinen Stoffwechsel und dadurch reflectorisch den Reizzustand seiner Ganglien, so dass es zur Auslösung einer Zuckung eines geringeren Reizes bedarf, als bei einem weniger thätigen Muskel der Fall ist. Wenn sonach die Höhe des Muskelstoffwechsels und die dadurch geringere oder grössere Veränderung der ankommenden Blutzellen und ihrer Territorien eine wichtige Rolle spielt und durch die sensibeln Muskelnerven den Reizzustand der Ganglien wesentlich bestimmt, so ist diese Wirkung doch nicht bei allen Ganglien die gleiche, weil die verschiedene Reizbarkeit (Cellularphys. I. 41.). der Ganglien auch bei gleicher Stärke der ankommenden Erregung eine ungleiche Wirkung zur Folge hat.

Wir sehen bei künstlicher Ueberladung des Blutes mit Kohlensäure die Thätigkeit aller Muskeln in der Weise verändert, dass zuerst eine Steigerung der Herzaction, dann erhöhte Thätigkeit des Diaphragma, der accessorischen Inspiratoren, der Exspiratoren, zuletzt Krämpfe der gesammten Körpermuskulatur folgen. Umgekehrt schlägt noch das Herz, als der thätigste und mit den empfindlichsten Ganglien versehene Muskel des ganzen Körpers, bei künstlicher Respiration und dadurch hervorgerufener Ueberladung des Blutes mit freiem Sauerstoff, also bei Verminderung des Reizes der sensibeln Mulkelnerven, wenn bereits das Diaphragma seine Thätigkeit eingestellt hat.

Die pathologische Reizung der sensibeln Muskelnerven, welche nach der Geburt durch die sich anhäufende Kohlensäure veranlasst wird, muss sich also zuerst in einer Steigerung des schon vor der Geburt thätigen nutritiven Circulationsapparates äussern. In zweiter Linie wird in Folge der grösseren Empfindlichkeit der Herzganglien gegen Reize die besondere Muskulatur des linken Ventrikels, die vor der Geburt durch den nutritiven Circulationsapparat zu passiven Contractionen gezwungen war, zu einer activen Formveränderung d. h. zur ersten Contraction veranlasst. Damit tritt aber ein neuer Circulationsapparat in Thätigkeit und die Verhältnisse ändern sich mit einem Schlage.

Das Blut, welches jetzt die Aorta durchströmt, wird von der vereinigten Kraft zweier Herzpumpen (der nutritiven und der secretorischen) in Bewegung gesetzt, überdies fällt durch das Aufhören des Placentarkreislaufs ein grosser Theil des Stromgebiets der Aorta aus, der Druck, unter dem das Blut in der Aorta steht, wird also rasch in die Höhe gehen, er pflanzt sich in das Gebiet der weiten Nierenarterien fort und überwindet hier den Widerstand, den ihm bisher die kleinen Nierenarterien, die Glomeruli, die Enge der Vasa efferentia und das darauf folgende Capillarnetz entgegengesetzt. Das Blut dringt in die Wundernetze, die Nierencapillaren, gelangt in die Nähe der Nierenepithelien, und hier beginnt nun durch die gegenseitige Einwirkung der Nieren- und Blutzellen eine neue Thätigkeit.

Da das fötale Blut schon an sich reicher an Endproducten der Eiweisskörper ist, als das im mütterlichen Organismus kreisende, und die post partum ein-

getretene Steigerung des Muskelstoffwechsels die Endproducte der Albuminate noch vermehrt, so wird jetzt die Nierenzelle gezwungen, aus dem Zustande nutritiver Reizung in den functioneller überzugehen.

Jede Zellenform hat ihre besonderen ihr allein zustehenden Kräfte (Virchow, Cellularpathologie 270), und so liegt die specifische Eigenschaft der Nierenzellen in einer specifischen Verwandtschaft zu den Endproducten der Eiweisskörper.

Diese specifische Verwandtschaft (Cellularphysiologie II. 74.) hängt, wie die Cellularphysiologie gezeigt hat, aufs innigste mit dem Reizzustand der Zellen zusammen, d. h. wird der Reiz erhöht, so steigert man dadurch auch die specifische Beziehung und die in Folge derselben eintretenden Thätigkeit.

Da man aber die (so zu sagen) primäre Reizung der Zelle durch Vermehrung der damit in Berührung kommenden Stoffe steigern kann, so folgt daraus, dass eine ins Blut eingeführte oder dort sich bildende Substanz unter Umständen die specifische Verwandtschaft einer bis dahin nur nutritiv thätigen Zelle einer bestimmten Gattung so zu erhöhen im Stande ist, dass diese gezwungen wird, aus dem Zustand nutritiver Thätigkeit in den functioneller einzutreten.

Umgekehrt kann eine Abnahme der Endproducte der Albuminate, wie Schmidtborn in seiner Abhandlung („Ueber die Regulirung der Circulationsapparate nach Amputationen, nach der Cellularphysiologie bearbeitet, Berlin 1870“) gezeigt hat, eine dauernde Reizabnahme der Nierenzellen zur Folge haben.

Steht somit eine specifische Verwandtschaft zwischen den Endproducten der Albuminate und den Nierenzellen fest, welche abhängig ist von der Menge der

im Blute enthaltenen Stoffe der regressiven Metamorphose, so darf es uns nicht wundern, wenn die enorme Vermehrung dieser Endproducte, wie wir sie sogleich nach der Geburt eintreten sehen, auf die bisher nur nutritiv thätigen Nierenzellen einen solchen Einfluss ausübt, dass dieselben in den Zustand der functionellen Thätigkeit übertreten und die Harnstoffproduction beginnen.

In diesem Augenblick aber werden durch die Veränderung, welche die die Nierencapillaren passirenden Blutzellen erleiden, durch die functionelle Restitution derselben, die Endigungen der sensibeln Drüsennerven der Nieren erregt, der Strom, welcher auf den Bahnen der sensibeln Drüsennerven zu den Ganglien der Secretionsnerven gelangt, zwingt diese ebenfalls aus dem Zustand nutritiver Reizung in den der functionellen überzugehen und vermittelst der Secretionsnerven die Nierenthätigkeit zu regeln und auf einer gewissen Höhe zu erhalten.

Doch ist damit die Thätigkeit des die sensiblen Drüsennerven durchfliessenden Stromes noch nicht geschlossen.

Im Verein mit den sensibeln Nerven des Verdauungsapparates, welcher ebenfalls kurze Zeit nach der Geburt in functionelle Thätigkeit tritt, leitet er auf der Bahn der Vagi einen fortdauernden Reiz zu der besonderen Muskulatur des linken Ventrikels, zum secretorischen Circulationsapparat. Dieser, der zu seinen ersten Bewegungen durch einen pathologischen Reiz (Kohlensäureanhäufung im Blut) gezwungen war, erhält nun durch die ununterbrochene Erregung der Vagi seinen physiologischen Reiz, der ihn nicht nur zwingt, in rythmischen Zuckungen zu bleiben, sondern

auch proportional der Thätigkeit der Nieren und des Verdauungsapparates zu arbeiten.

Wir müssen uns jetzt zum kleinen Kreislauf wenden, um zu verfolgen, wie der dritte Circulationsapparat, der respiratorische, in Thätigkeit tritt. Ebenso wie die Steigerung der Kohlensäure im Blut pathologisch die erste Contraction des secretorischen Circulationsapparates herbeiführte und der physiologische andauernde Reiz, die Restitution der Blutzellen in den Nieren erst in zweiter Linie entstand, so ist es auch ein pathologischer Reiz, welcher die ersten Athembewegungen hervorruft.

Die Athemmuskeln und ihre Ganglien befinden sich wie die ganze Körpermuskulatur während des intrauterinalen Lebens in einem Zustand leichter Erregung, der nutritiven Reizung, die nicht im Stande ist, Zuckungen auszulösen. Sobald durch die nach der Geburt rasch eintretende Ueberladung des Blutes mit Kohlensäure eine pathologische Steigerung ihres Reizes entsteht, werden die Athemmuskeln befähigt, sich zu contrahiren.

Dabei ist es freilich eine auffallende Erscheinung, auf die wir später noch zurückkommen werden, dass die Inspiratoren, obgleich ihr bisheriger Reizzustand nicht von dem der übrigen Körpermuskeln verschieden ist, zuerst in Thätigkeit treten und nicht zu gleicher Zeit Contractionen sämmtlicher Muskeln erfolgen.

Auf zweierlei Weise kann nun während der Geburt eine Anhäufung von Kohlensäure im Blut zu Stande kommen, erstens durch Unterbrechung des Placentarkreislaufs und dadurch bedingte Störung des Gaswechsels, zweitens durch Erhöhung des Muskelstoffwechsels nach eingetretener Perspiration. Als Folge

des aufgehobenen Placentarverkehrs werden wir die ersten Inspirationen überall da anzusehen haben, wo dieselben noch innerhalb des Uterus oder der Geburtswege stattfinden, d. h. vorzeitige Athembewegungen der Frucht eintreten; wenn wir aber bedenken, dass regelmässiger Weise die Aufhebung des respiratoratorischen Placentarverkehrs mit dem Austritt der Frucht aus den mütterlichen Geburtstheilen zusammenfällt, dass das Auftreten von Athembewegungen innerhalb der Geburtswege zu den Ausnahmen gehört, also schon vor der ersten Inspiration die atmosphärische Luft hinreichend Gelegenheit gehabt hat, die functionelle Restitution der Blutzellen in der Haut und dadurch eine bedeutende Steigerung des Muskelstoffwechsels zu bewirken, so werden wir unter normalen Verhältnissen dem Eintritt der Perspiration den grössten Einfluss auf die erste Thätigkeit des respiratorischen Circulationsapparates zuschreiben müssen.

Folgende Experimente von Schwartz (Die vorzeitigen Athembewegungen. Leipzig 1858. p. 85) erklären deutlich die Einwirkung der sensibeln Hautnerven beim Beginn der Athmung: Berührte derselbe Kaninchen-Embryonen, welche zu Athembewegungen schon fähig waren, bald nach Freilegung des Eies mit der Sonde oder kneipte sie leise durch die Eihäute hindurch mit der Pincette, so traten nicht selten reflectorische Bewegungen der Glieder ein; Athembewegungen folgten den mechanischen Reizen meist so spät, dass man sie nicht als Wirkung dieser ansehen konnte. Erhob er dagegen das freigelegte und unter warmem Wasser erhaltene Ei über das Niveau, so wiederholten sich in einzelnen Fällen die Inspirationen so augenblicklich, dass man allen Grund hatte,

sie der momentanen Erregung der Hautnerven durch die Abkühlung zuzuschreiben. Im ersten Falle, in welchem das Ei sich unter Wasser befindet, tritt erst nach langer Zeit die Inspiration ein, weil bei dem geringen Muskelstoffwechsel nur wenig Kohlensäure erzeugt wird; im zweiten sehr bald, weil die eingetretene Abkühlung, die functionelle Restitution der Blutzellen als veranlassender Reiz des Muskeltonus den Muskelstoffwechsel so erheblich steigert, dass die starke Kohlensäureanhäufung in kürzester Zeit die Inspiration auslöst.

Ausser dieser Art der Einwirkung der sensibeln Hautnerven auf das Athmungscentrum möge hier noch eine zweite Erwähnung finden. Bedenkt man, dass Scheintodtgeborne, so gross oder so gering auch ihre Reflexerregbarkeit sein mag, auf Hautreize niemals anders als durch Inspirationsbewegungen reagiren, dass bei plötzlicher Erregung des Nervensystems durch Erschrecken, einen heftigen Schmerz etc. gerade der Respirationsapparat die grösste Empfindlichkeit zeigt, dass bei der Geburt eine Abkühlung der Haut von mindestens 15° erfolgt, also ein intensiver Reiz plötzlich einwirkt, so wird der Schluss nicht ungerechtfertigt erscheinen, dass durch Reizung der sensibeln Hautnerven auch auf reflectorischem Wege vom Centralnervensystem aus das Athmungscentrum erregt und die erste Inspiration ausgelöst werden kann. Man muss, wenn man die sensibeln Hautnerven ins Auge fassen will, immer unterscheiden, ob eine künstliche Reizung (schmerzerregend, erschreckend etc.) durch Beeinflussung des Centralnervensystems reflectorisch eine Zuckung der Athemmuskeln erzeugt, oder ob wir es bei gewöhnlicher Perspiration und normaler

andauernder Reizung der mit den Muskelganglien verbundenen Hautnerven mit der oben erklärten Kohlensäureanhäufung und ihren Wirkungen zu thun haben.

Von den individuellen Verhältnissen wird es in jedem einzelnen Falle abhängen, welchem von beiden Reizen, der Kohlensäureanhäufung im Blut oder der Erregung des Sensoriums man einen grösseren Einfluss auf die ersten inspiratorischen Bewegungen zuzuschreiben hat.

Damit ist allerdings noch nicht erklärt, warum die Athemmuskeln sich eher contrahiren als die Körpermuskulatur. Es ist klar, dass die Ganglien des Athmungscentrums eine grössere Empfindlichkeit besitzen, indem wir ja bei plötzlicher Erregung des ganzen Nervensystems durch Erschrecken einen heftigen Schmerz etc. gerade den Respirationsapparat am lebhaftesten reagiren sehen. Da wir nun nicht annehmen können, dass diese Ganglien vor der Geburt einen andern Bau, eine andere Organisation haben als später, so müssen wir (vergl. Cellularphys. I. 42) in dieser grossen Empfindlichkeit der Ganglien des Diaphragma den Grund suchen, dass, obschon die peripherische Erregung der sensibeln Muskelnerven der Athmung nicht stärker ist als die der übrigen sensibeln Muskelnerven des Körpers, dennoch die Athembewegungen eher eintreten als reflectorische Krämpfe sämmtlicher Muskeln.

Indem nun die Athemmuskeln sich contrahiren, das Diaphragma abwärts steigt, die Rippen sich heben, wird die Brusthöhle erweitert und da die Lungenoberfläche sich nicht von der Innenwand des Thorax entfernen kann, muss sie der Wandung des erweiterten

Brustkorbes folgen. Diese Ausdehnung der Lungen hat einerseits eine Entfaltung der Alveolen, andrerseits eine Verlängerung und Erweiterung des Capillargefässsystems der Lunge zur Folge. Die erste Erweiterung des Thorax saugt sowohl Luft in die Bronchien und Alveolen, als eine grosse Menge Blut aus dem rechten Ventrikel an der Mündung des Ductus arteriosus Botalli vorbei in die Lungencapillaren. Der Ductus Botalli, nun überflüssig geworden, beginnt zu obliteriren.

Das mit Kohlensäure so schwer beladene Blut kommt jetzt mit der an Sauerstoff reichen Luft der Alveolen in Berührung, es erfolgt sofort ein gegenseitiger Austausch, indem Sauerstoff aufgenommen, Kohlensäure abgegeben wird, durch diese functionelle Restitution der Blutzellen und ihrer Territorien werden die Endigungen der Lungennerven erregt, es findet von nun an eine andauernde Reizung der Lungenvagi statt.

Die Reizung der Vagi hat aber zur Folge (Cellularphysiologie I, 61):

„1) Eine tonische Contraction der Athemmuskeln, welche den Thorax in der Exspirationsstellung fixirt."

2) Eine rythmische Contraction der Inspiratoren.

Sie bestimmt:

3) die Art des Rythmus, indem sie durch Verminderung des Widerstandes frequente und weniger intensive Contractionen veranlasst."

Besonders die erste Function der Lungenvagi, die Herstellung des Tonus der Inspiratoren und die da-

durch veranlasste andauernde Erweiterung des Thorax ist die Hauptbedingung zur Fortexistenz des Kindes.

„Bei Abwesenheit dieses Tonus (Cellularphysiologie I, 47) würde bei jeder Exspiration der elastische Brustkorb mit grosser Energie seine foetale Lage einzunehmen suchen. Es würde noch in weit höherem Maasse als nach Durchschneidung der Vagi die Luft mit Heftigkeit entweichen, ein gewaltiger Druck in den auf das äusserste comprimirten blutgefüllten Gefässen der Lunge entstehen, die Drucksteigerung in der Pulmonalarterie bei der Exspiration könnte ein Regurgitiren in den Ductus Botalli bewirken, und der vielleicht schon sich bildende Thrombus würde den herandrängenden Blutmassen kaum widerstehen können. Und selbst bei noch offenem Ductus Botalli würden, da die exspiratorische Drucksteigerung der Pulmonalarterie das Blut nicht nur rück- und seitwärts in den Ductus Botalli, sondern auch vorwärts in die Capillaren drängt, bald capillare Zerreissungen und Lungenoedem eintreten. Der Tod würde weit rascher erfolgen, als nach durchschnittenen Vagis."

Um die Wichtigkeit des respiratorischen Circulationsapparates in ihrem ganzen Umfange würdigen zu können, müssen wir noch einen Augenblick die Kreislaufsverhältnisse näher betrachten.

Wenn mit der Erweiterung des Thorax und dem Absteigen des Diaphragmas die Blutcanäle der Lunge ebenso wie die Luftcanäle erst entfaltet und durchgängig werden und die Blutmenge, welche sonst aus der rechten Abtheilung des nutritiven Circulationsapparates durch den Ductus Botalli in die Aorta abströmte, durch die Lungencapillaren geht, so ist da-

mit für die Aorta die halbe Arbeitsgrösse des nutritiven Circulationsapparates verloren gegangen. Indem die beginnende Thätigkeit des secretorischen Circulationsapparates nicht nur den Ausfall deckte, sondern auch für die Secretionsapparate, aus denen er seine Erregungsnerven erhält, eine beträchtliche Blutmenge in den grossen Kreislauf trieb, hat sich folgendes Missverhältniss zwischen beiden Kreislaufshälften entwickelt. Die halbe Arbeitsgrösse des nutritiven Circulationsapparates geht an die Lungencapillaren, die zweite Hälfte seiner Leistung wird im Verein mit der ganzen Arbeitsgrösse des secretorischen Circulationsapparates an die Aorta abgegeben und unter der Voraussetzung, dass der secretorische Circulationsapparat eben so viel leistet wie der nutritive, verhält sich die Blutmenge, die durch die Lungencapillaren geht, zu der Blutmenge, welche in derselben Zeit das Aortensystem durchströmt, wie 1 : 3 (vergl. Diesterweg: „Kritische Beiträge zur Physiologie und Pathologie“ I. Heft 1866 und „Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom kleinen Kreislauf etc.“ Berlin, Klin. Wochenschrift 1867). Wenn ein Kreislauf aber überhaupt möglich sein soll, müssen bekanntlich die Blutmengen, welche in der Zeiteinheit beide Kreislaufshälften passiren, gleich sein, und um diesen Zustand herbeizuführen, tritt als bedeutendste Saug- und Druckpumpe des kleinen Kreislaufs der respiratorische Circulationsapparat in Thätigkeit. Seine Gesammtleistung ist also annähernd gleich dem Kraftunterschiede beider Ventrikel d. h. dem Unterschied der rechten Hälfte des nutritiven Circulationsapparates und der um die ganze Arbeitsgrösse des secre-

torischen vermehrten linken Hälfte. Das ist die Gesammtleistung; indem aber annähernd auf vier Contractionen der beiden andern Pumpen nur eine Action des respiratorischen Circulationsapparates fällt, so arbeitet jeder einzelne Athemzug mit der doppelten Kraft beider anderen Circulationsapparate zusammen. Der respiratorische Circulationsapparat ist also, wie schon von den verschiedensten Seiten anerkannt ist, die mächtigste Blutpumpe des Organismus.

Betrachten wir nun zum Schluss das Verhalten der sensibeln Nerven der Herz- und Athemmuskeln, welche die consecutiven Reize (Cellularphysiologie § 15) zu den Ganglien der Circulationsapparate leiten, im Gegensatz zu den Lungenvagi, den Vagusfäden der Nieren und des Tractus intestinalis, den sensibeln Nerven der Körpermuskulatur, auf deren Bahnen denselben Ganglien die veranlassenden Reize zugeführt werden. Von allen Nervenbahnen, welche später direct oder indirect mit den Circulationsapparaten in Verbindung treten, werden vor der Geburt nur zwei von einem starken Strom functioneller Reizung durchflossen, die Abtheilung der Herzvagi, welche die gemeinsame Muskulatur beider Ventrikel innervirt und die Muskelnerven des nutritiven Circulationsapparates selbst, dagegen befinden sich die Muskelnerven des secretorischen und respiratorischen Circulationsapparates nur in einem Zustand leichter Erregung, da ja jedem Muskel, wenn er nicht fettig degeneriren soll, eine nutritive Reizung zukommen muss.

Indem nun zuerst durch die functionelle Restitution der Blutzellen in der Haut, welche den Ueber-

gang der Muskelelemente aus dem Zustand nutritiver in den functioneller Thätigkeit veranlasst, energischere Contractionen der gemeinsamen Muskulatur beider Ventrikel hervorgerufen werden, nehmen die motorischen Fäden des nutritiven Circulationsapparates an Stromstärke zu, der Stoffwechsel in der gemeinsamen Muskulatur beider Ventrikel steigert sich, die sensibeln Nerven des nutritiven Circulationsapparates erhalten gleichfalls eine Zunahme ihrer Reizung.

Dadurch, dass die Nierenzellen die Harnstoffproduction beginnen und die Lungen fortan der Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe der Blutzellen vorstehen, werden sowohl diejenigen Ganglien des Herzens, welche im Gegensatz zu den schon vor der Geburt thätigen Ganglien der gemeinsamen Muskulatur noch in unthätigem Zustand verharrten, als auch die Ganglien, welche den Athemmuskeln angehören, in den Zustand functioneller Thätigkeit übergeführt und erhalten eine solche Steigerung ihrer Reize, dass sie andauernd zu rhythmischen Entladungen gezwungen werden. Der starke Strom, welcher in Folge dessen die motorischen Fäden der besonderen Muskulatur des linken Ventrikels, des Diaphragmas, der accessor. Inspiratoren durchfliesst, bewirkt einen lebhafteren Verkehr zwischen den mit den Endigungen jener Fäden in Verbindung stehenden Muskelzellen und den vorbeipassirenden Wanderelementen. Eine stärkere Veränderung der letzteren ist die nothwendige Folge, diese Veränderung aber ist der physiologische Reiz für die entsprechenden sensibeln Muskelnerven, und so sehen wir

als Resultat in noch erheblicherer Weise, als die Nervenbahnen des consecutiven Reizes des nutritiven Circulationsapparates, auch diejenigen des secretorischen und respiratorischen nach der Geburt eine bedeutende Steigerung der schon vorher bestehenden Erregung erfahren.

864

THESEN.

1) Das Blut bewegt sich mittelst dreier Circulationsapparate (des nutritiven, respiratorischen und secretorischen).

2) Bei allen grösseren blutigen Operationen in und am Kehlkopfe, in der Rachen- und Mundhöhle ist die Tamponnade der Trachea nach Trendelenburg dringend geboten.

3) Auf den Gesammtverlauf der Syphilis beim einzelnen Individuum ist die Wahl der Curmethode ohne erheblichen Einfluss.

Florian Beely, geboren den 24. Januar 1846 zu Köln a. R., erhielt seinen ersten Unterricht auf verschiedenen Lehranstalten, erwarb sich Ostern 1865 das Zeugniss der Reife auf der Realschule I. Ordnung zu Posen, Ostern 1866 auf dem Königlichen Gymnasium zu Krotoschin, studirte darauf ein Semester in Tübingen, sieben Semester in Berlin. Im März 1868 bestand er das Tentamen physicum, im Februar 1870 dcs Examen rigorosum. Allen seinen verehrten Lehrern spricht er hiermit seinen Dank aus.